


 ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015122675/03, 11.06.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.06.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.06.2015

(45) Опубликовано: 20.08.2016 Бюл. № 23

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2457047 C1, 27.07.2012. SU 997841 A, 23.02.1983. SU 1470359 A1, 07.01.1989. SU 1160635 A, 07.06.1988. RU 2376081 C1, 20.12.2009. CN 103567146 A, 12.02.2014. JPH 07256213 A, 09.10.1995. ДВОРЕЦКИЙ С.И. и др., "Техника и технологии псевдооживления: процессы термообработки и вулканизации", Москва, Машиностроение-1, 2006, с.11-25. ДВОРЕЦКИЙ С.И. и (см. прод.)

Адрес для переписки:

 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
 Центр интеллектуальной собственности, Марк  
 Т.В.

(72) Автор(ы):

 Королев Владимир Николаевич (RU),  
 Амарская Ирина Борисовна (RU),  
 Бармина Ольга Андреевна (RU),  
 Островская Анна Валентиновна (RU),  
 Красных Владислав Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

 Федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего  
 образования "Уральский федеральный  
 университет имени первого Президента  
 России Б.Н. Ельцина" (RU)

## (54) СПОСОБ УДАЛЕНИЯ МЕЛКИХ ЧАСТИЦ ИЗ КРУПНОЗЕРНИСТОГО СЛОЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области разделения компонентов дисперсной сыпучей среды, различающихся размером, и может быть использовано в сельском хозяйстве для удаления посторонних примесей при очистке сельскохозяйственных зерновых культур (пшеница, рожь, ячмень и др.) от мелкодисперсной среды (пыли), в химической промышленности, строительной индустрии и других отраслях промышленности при разделении сыпучих материалов. Способ удаления мелких частиц из крупнозернистого слоя сыпучих материалов включает подачу материала, выделение примесей при продувке снизу вверх вертикальным воздушным потоком с образованием зон продувки высоких и низких скоростей воздуха и вывод удаляемых фракций

по направлению воздушного потока. Материал подают в количестве, достаточном для образования плотного неподвижного слоя, который продувают воздушным потоком со скоростью, близкой к скорости начала псевдооживления граничного зерна удаляемых примесей, с образованием псевдооживленного слоя. Зону продувки высоких скоростей воздуха создают с использованием опущенного в образовавшийся псевдооживленный слой полого цилиндра, по которому осуществляют отвод и транспортировку удаляемых частиц. Технический результат - повышение однородности и улучшение качества разделения дисперсных сыпучих материалов по крупности без дополнительных затрат на отвод и транспортировку мелких частиц. 1 ил.

(56) (продолжение):

др., "Техника и технологии псевдооживления: гидродинамика и теплообмен с погруженными телами",  
Тамбов, ТГТУ, 2005, с.7-58.

RU 2 5 9 4 4 9 4 C 1

RU 2 5 9 4 4 9 4 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 594 494** (13) **C1**

(51) Int. Cl.  
**B07B 4/08** (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2015122675/03, 11.06.2015**

(24) Effective date for property rights:  
**11.06.2015**

Priority:

(22) Date of filing: **11.06.2015**

(45) Date of publication: **20.08.2016** Bull. № **23**

Mail address:

**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, TSentr  
intellektualnoj sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**Korolev Vladimir Nikolaevich (RU),  
Amarskaya Irina Borisovna (RU),  
Barmina Olga Andreevna (RU),  
Ostrovskaya Anna Valentinovna (RU),  
Krasnykh Vladislav YUrevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Uralskij federalnyj universitet  
imeni pervogo Prezidenta Rossii B.N. Eltsina"  
(RU)**

(54) **METHOD FOR REMOVING SMALL PARTICLES FROM COARSE LAYER OF GRANULAR MATERIALS**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to separation of disperse loose medium, of different size, and can be applied to agriculture for removal of foreign impurities when cleaning cereals (as wheat, rye, barley, etc.) from finely dispersed medium (dust), and also to chemical industry, construction industry, and other industries, for separation of loose materials. Method for removing small particles from coarse layer of loose materials comprises feeding material, separation of impurities during bottom to top purging by vertical air flow with formation of high and low-speed air blowing zones, and discharge of removed fractions along direction of

air flow. Material is fed in amount sufficient for formation of dense fixed layer, which then is blown with air flow of rate close to speed for beginning of boundary grain fluidisation in removed impurities, with formation of fluidised bed. High speed blowing air zone is created using hollow cylinder submerged into formed fluidised bed, whereupon discharge and transportation of removed particles is performed.

EFFECT: technical result is increase of uniformity and improved quality of separation of disperse loose materials by size, without additional costs for discharge and transportation of fine particles.

1 cl, 1 dwg

**R U 2 5 9 4 4 9 4 C 1**

**R U 2 5 9 4 4 9 4 C 1**

Настоящее изобретение относится к области разделения компонентов дисперсной сыпучей среды, различающихся размером, и может быть использовано в сельском хозяйстве для удаления посторонних примесей при очистке сельскохозяйственных зерновых культур (пшеница, рожь, ячмень и др.) от мелкодисперсной среды (пыли), в химической промышленности, строительной индустрии и других отраслях промышленности при разделении сыпучих материалов.

Известен способ разделения зернистых материалов (Патент РФ №2388555, МПК В07В 4/08, В03В 4/06 / Несс М., Коугхлин М., Леви Э., Сарунак Н., Виилдон Д.), который включает разделение полидисперсного сыпучего материала по весу или размеру в псевдоожиженном слое. Согласно данному способу зернистый материал подают в устройство с псевдоожиженным слоем и продувают воздухом со скоростью, необходимой для создания псевдоожиженного слоя. При псевдоожижении поток исходного разделяемого материала расслаивается: более крупные и более плотные частицы опускаются под действием сил тяжести в нижнюю часть псевдоожиженного слоя благодаря своей более высокой удельной плотности, а частицы, имеющие меньший размер и плотность, переносятся в верхнюю часть слоя. Таким образом, поток дисперсного сыпучего материала разделяют на поток обработанных псевдоожиженных частиц, поток выносимых мелких частиц и поток не поддающихся псевдоожижению частиц, которые имеют повышенную плотность или увеличенные размеры. Поток не поддающихся псевдоожижению частиц перемещают транспортным устройством к выгрузке и собирают в сборнике для приема выходящих из псевдоожиженного слоя частиц зернистого материала, которые не поддаются псевдоожижению. Частицы, поддающиеся псевдоожижению (отделенный материал), перемещают вдоль наклонной поверхности за счет свойств текучести псевдоожиженного материала к точке выгрузки в сборник для приема псевдоожиженного материала. Наиболее мелкие частицы (пыль), имеющие малую плотность или малый размер и для которых скорость огибающего агента превышает скорость витания, удаляют из разделяемого материала путем уноса.

Недостатком данного способа является потенциальная возможность загрязнения окружающей среды мелкодисперсными частицами, которые удаляются из псевдоожиженного слоя путем уноса, а при перемещении неподдающихся псевдоожижению частиц транспортным устройством возможен захват частиц, что снижает эффективность разделения материала. Для предотвращения уноса мелких частиц в атмосферу в данном способе необходима дополнительная обработка пылегазового потока и отделение вынесенных мелких частиц от уходящего воздуха в пылеулавливателях. Кроме того, псевдоожижение материала воздухом со скоростью, превышающей скорость витания мелких частиц, влечет за собой дополнительные энергетические затраты на отвод и транспортировку удаляемых фракций.

Наиболее близким к заявленному техническому решению является способ пневмосепарирования зерновых материалов (Патент РФ №2457047, МПК В07В 4/00 / Сундеев А.А., Тарасенко А.П., Гиевский А.М., Оробинский В.И.). Данный способ включает подачу материала, выделение легковесных примесей вертикальным воздушным потоком и вывод фракций по направлению и против направления воздушного потока. Зерновой материал подают в пневмоканал и продувают снизу вверх вертикальным воздушным потоком с образованием последовательно зон продувки высоких и низких скоростей воздуха в диапазоне больше и меньше скоростей витания полноценного зерна. Разделение материала осуществляют за счет разности удельного веса и размера полноценного зерна и примесей. В зоне I скоростей воздуха выше скорости витания полноценного зерна под действием вертикального воздушного потока зерно

поднимается вверх. В верхней части зоны I скорость зерна снижают в расширительной камере и под действием направляющих пластин направляют в зону II скоростей воздуха меньше скорости витания полноценного зерна. Под действием сил тяжести зерно  
 5 необходимой фракции оседает в этой зоне и попадает в приемник чистого зерна, а  
 легковесные примеси выносятся потоком воздуха в осадительную камеру. Воздушный  
 режим в зонах I и II регулируют при помощи делителя, установленного в центре  
 пневмоканала.

Недостатком данного способа является использование продувки материала со  
 скоростью, близкой к скорости витания полноценного зерна, которая во много раз  
 10 превышает скорость витания легковесных примесей. Это влечет за собой возможность  
 загрязнения окружающей среды мелкодисперсными частицами, которые удаляются  
 путем уноса, и дополнительные энергетические затраты на отвод и транспортировку  
 удаляемых фракций. Для предотвращения загрязнения окружающей среды необходимо  
 дополнительное выделение удаляемых частиц из воздушного потока в осадительных  
 15 камерах, при этом очистные устройства не обеспечивают полного отделения потока  
 газа от пыли (КПД очистных устройств, как правило, ниже 100%).

Технической задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение,  
 является исключение загрязнения окружающей среды мелкодисперсными (удаляемыми)  
 частицами, выносимыми воздухом, при разделении сыпучих материалов при помощи  
 20 воздушных потоков.

Поставленная техническая задача достигается за счет того, что способ удаления  
 мелких частиц из крупнозернистого слоя сыпучих материалов, включающий подачу  
 материала, выделение примесей при продувке снизу вверх вертикальным воздушным  
 потоком с образованием зон продувки высоких и низких скоростей воздуха и вывод  
 25 удаляемых фракций по направлению воздушного потока, отличается тем, что материал  
 подают в количестве, достаточном для образования плотного неподвижного слоя,  
 который продувают воздушным потоком со скоростью, близкой к скорости начала  
 псевдоожижения граничного зерна удаляемых примесей, с образованием  
 псевдоожиженного слоя, при этом зону продувки высоких скоростей воздуха создают  
 30 с использованием опущенного в образовавшийся псевдоожиженный слой полого  
 цилиндра, по которому осуществляют отвод и транспортировку удаляемых частиц.

Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков  
 предлагаемого изобретения, является повышение однородности дисперсных сыпучих  
 материалов по крупности при полном отсутствии загрязнения окружающей среды  
 35 мелкодисперсными (удаляемыми) частицами, так как эти частицы не поднимаются  
 выше уровня насыпного слоя, при одновременном снижении энергетических затрат на  
 разделение материала, отвод и транспортировку мелких частиц.

Сущность изобретения поясняется чертежом, на котором изображена принципиальная  
 схема осуществления способа, где 1 - дутьевая камера, в которую подается разделяемый  
 40 дисперсный сыпучий материал, 2 - газораспределительная решетка, 3 - полый цилиндр,  
 опускаемый в слой материала, 4 - контейнер для сбора,  $h_1$  - высота засыпки,  $h_2$  - глубина  
 погружения полого цилиндра в слой.

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом.

Разделяемый дисперсный сыпучий материал подают в дутьевую камеру (1) на  
 45 газораспределительную решетку (2) в таком количестве, что разделяемый материал  
 образует неподвижный плотный слой высотой  $h_1$ . В слой разделяемого материала  
 вертикально опускают полый цилиндр (трубку) (3), оптимальный внутренний диаметр

Д которого определяют из соотношения  $D/d_q \approx 6 \div 8$  и  $D/d_q \approx 4 \div 6$  соответственно для сыпучих материалов из частиц произвольной и сферической формы поверхности, где  $d_q$  - диаметр частиц удаляемой фракции. Нижний конец трубки погружают в слой на глубину  $h_2 \approx 0,25 \div 0,9h_1$ .

Воздух подают под газораспределительную решетку со скоростью, близкой к скорости начала псевдооживления удаляемой фракции. При продувке неподвижной засыпки снизу вверх вертикальным воздушным потоком со скоростью, близкой к скорости начала псевдооживления фракции, которую необходимо удалить из засыпки, удаляемые примеси переходят в псевдооживленное состояние, а частицы крупных фракций остаются неподвижны. При этом внутренняя полость трубки, погруженной в слой, имеет меньшее гидравлическое сопротивление по сравнению со слоем вне трубки. Сопротивление слоя зависит от его порозности, которая вблизи погруженного в слой тела выше средней по объему слоя (Королев В.Н., Сыромятников Н.И. Пристенная газодинамическая неоднородность в неподвижном зернистом слое // Инженерно-физический журнал. 1988. Т. 55. №4.). Следовательно, сопротивление фильтрации воздуха у стенок трубки меньше, а скорость воздуха внутри трубки значительно превышает скорость фильтрации слоя.

Таким образом, при переходе плотного слоя удаляемых фракций в псевдооживленное состояние из-за пониженного сопротивления внутренней полости трубки, опущенной в слой, внутри трубки образуется зона высоких скоростей воздуха, значительно превышающих скорость витания частиц удаляемой фракции, и создаются условия для интенсивного пневмотранспорта частиц удаляемой фракции. Воздух с большой скоростью устремляется внутрь трубки, и в результате эжекции происходит интенсивный подсос твердых частиц удаляемой фракции из пространства, примыкающего к нижнему торцу трубки. Дисперсная среда (смесь воздуха и фракции частиц, которая удаляется из неподвижной засыпки крупных частиц) с большой скоростью движется вверх по трубке и попадает в контейнер для сбора (4). Подъем частиц по трубе происходит без дополнительных затрат энергии. Энергия затрачивается только на оживление мелкодисперсной среды.

#### Формула изобретения

Способ удаления мелких частиц из крупнозернистого слоя сыпучих материалов, включающий подачу материала, выделение примесей при продувке снизу вверх вертикальным воздушным потоком с образованием зон продувки высоких и низких скоростей воздуха и вывод удаляемых фракций по направлению воздушного потока, отличающийся тем, что материал подают в количестве, достаточном для образования плотного неподвижного слоя, который продувают воздушным потоком со скоростью, близкой к скорости начала псевдооживления граничного зерна удаляемых примесей, с образованием псевдооживленного слоя, при этом зону продувки высоких скоростей воздуха создают с использованием опущенного в образовавшийся псевдооживленный слой полого цилиндра, по которому осуществляют отвод и транспортировку удаляемых частиц.

**Способ удаления мелких частиц из крупнозернистого слоя  
сыпучих материалов**

